

1. まえがき 前報[関口・西田・金井(1982),土木学会年次講演会]では,筆者らの提案する平面ひずみ粘塑性モデルの理論構造を,関連する三次元粘塑性モデルのそれと対比させながら簡潔に示した。本報告では,同平面ひずみ粘塑性モデルの適用性を明確にするために,さらに二,三の考察を行ってみたい。

2. 提案平面ひずみ粘塑性モデルの特徴

(1) 有効応力比と粘塑性ひずみ速度比との関係:— 提案平面ひずみ粘塑性モデルの最も大きな特徴は,二次元応力場の不変量 $\tau = \frac{\sigma_1' + \sigma_3'}{2}$ と $\lambda = \frac{\sigma_1' - \sigma_3'}{2}$ を用い,新たに次式の粘塑性流動則を仮定していることである。

$$\dot{\gamma}^p / \dot{\epsilon}^p = \frac{\lambda / \tau}{\sin \phi^* - \lambda / \tau} \cdots \cdots (1a), \quad \text{すなわち} \quad \sin \phi_{mob}^* = \frac{\sin \phi^*}{1 + (dv^p / dy^p)} \cdots \cdots (1b)$$

上式の関係は,平面ひずみ条件下の Rowe (1971) のストレス・ダイレイタンシー式 (以下の式(2) 参照) をはじめ, Roscoe - Burland (1968) の二次元修正カムフレイ・モデルの塑性流動則 (以下の式(3) 参照) 及び 最上 (1969) の提案強度式 (以下の式(4) 参照) を参考にしながら,主として正規圧密粘土の異方圧密特性及び強度特性と適合し

うように仮定したものである。ここに,

$$\text{Rowe: } \sin \phi_{mob}^* = \frac{\sin \phi^* - (dv^p / dy^p)}{1 - \sin \phi^* (dv^p / dy^p)} \cdots (2)$$

$$\text{Roscoe - Burland: } \sin \phi_{mob}^* = \sqrt{\sin^2 \phi^* + \left(\frac{dv^p}{dy^p} \right)^2} - \frac{dv^p}{dy^p} \cdots (3)$$

$$\text{最上: } \sin \phi^* = \frac{\kappa'}{1 + e} \cdots \cdots (4)$$

図-1 は比較のため, $\phi^* = 30^\circ$ の場合の式(1)~(3) の関係をまとめて示したものである。

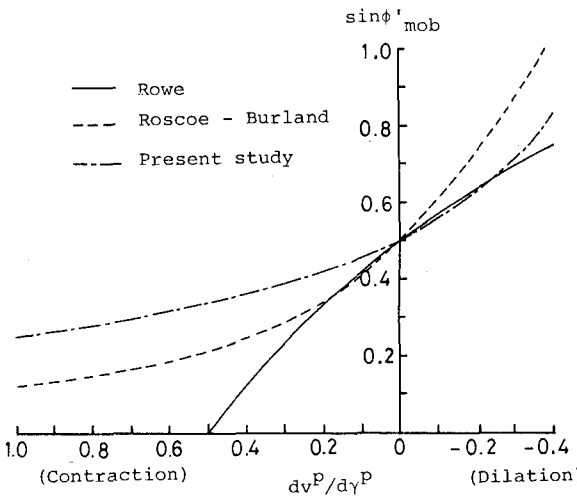


図-1 有効応力比と非弾性ひずみ増分比の関係

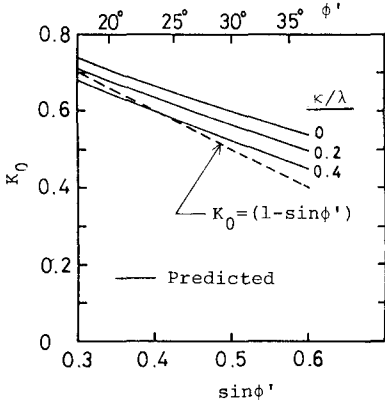


図-2 提案モデルによる $K_0 \sim \sin \phi^*$ の関係

表-1 三種類のモデルの予測 K_0 値の比較

κ / λ	K_0 -value		
	Original Cam clay	2D-version of modified Cam clay	Present study
0	1.00	0.79	0.60
0.2	1.00	0.75	0.56
0.4	0.75	0.69	0.52

(2) K_0 値の予測式: - 式(1)に基づいて K_0 値の予測式を求めてみよう。圧縮指数を入, 再圧縮指数を K とおくと, K_0 圧密時の粘塑性ひずみ増分比 $\frac{d\epsilon_y'}{d\epsilon_x'}$ は次式のようになる。

$$\frac{d\epsilon_y'}{d\epsilon_x'} = (1 - \frac{K}{\lambda}) \frac{d\epsilon_y'}{d\epsilon_x'} = 1 - \frac{K}{\lambda} \quad \text{-----(5)}$$

式(5)と式(18)を組み合せると, K_0 値は次式のように表わすことができる。

$$K_0 = \frac{2 - \frac{K}{\lambda} - \sin \phi'}{2 - \frac{K}{\lambda} + \sin \phi'} \quad \text{-----(6)}$$

上式による K_0 値と $\sin \phi'$ 及び $\frac{K}{\lambda}$ の関係を図

- 2 に示す。また表-1は, $\phi' = 30^\circ$ の場合の式(6)の予測値と, カムフレイ・モデルによる予測値とを比較したものである。これによると, 本提案モデルでは K_0 値の予測精度がかなり良いことがわかる。

(3) 静的降伏関数 $f=0$ について: - 本提案モデルにおける静的降伏関数 $f=0$ の幾何学的形状を図-3に示す。

3. 本提案モデルのキャリブレーション

Hamby ら (1969, 1972) による K_0 圧密されたカオリン粘土に対する平面ひずみ試験の結果に照して, 本提案モデルの予測能力をチェックしてみよう。本研究においてシミュレーションを行った平面ひずみ試験の種類を表-2に示す。

計算結果とそれに対応する実測結果を図-4, 5に示す。これらの詳細説明は紙面の関係上, 講演時に譲りたい。

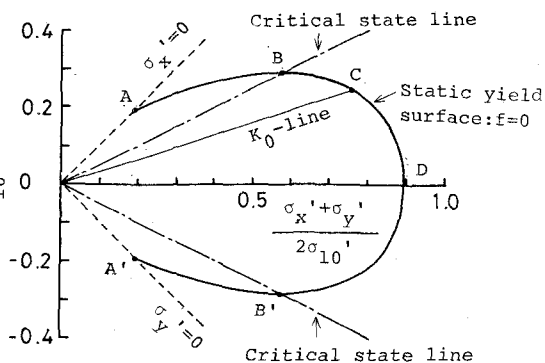


図-3 本提案モデルにおける静的降伏関数 $f=0$

表-2 シミュレートした平面ひずみ試験一覧

Test	No.	Type of shear following K_0 -consolidation
(1)*	(2)**	
A	21	$d\epsilon_y' / d\epsilon_x' = +1.0 / -1.0$
B	14	$d\sigma_y' / d\sigma_x' = +1.5 / -1.0$
C	13	$d\sigma_y' / d\sigma_x' = +1.0 / 0$
D	12	$d\sigma_y' / d\sigma_x' = +2.5 / +1.0$
E ₁	—	$d\epsilon_y' / d\epsilon_x' = +1.0 / 0$
E ₂	—	$d\epsilon_y' / d\epsilon_x' = +1.0 / 0$
F	22	$d\epsilon_y' / d\epsilon_x' = +1.0 / +1.0$
G ₁	11	$d\epsilon_y' / d\epsilon_x' = 0 / +1.0$
G ₂	25	$d\epsilon_y' / d\epsilon_x' = 0 / +1.0$
H	10	$d\sigma_y' / d\sigma_x' = 0 / +1.0$
I	20	$d\sigma_y' / d\sigma_x' = -1.0 / +1.0$
J	16	$d\sigma_y' / d\sigma_x' = -2.5 / +1.0$
K	26	$d\epsilon_y' / d\epsilon_x' = -1.0 / +1.0$

* Hamby-Roscoe (1969) の命名法による。

** Hamby (1972) の命名法による。

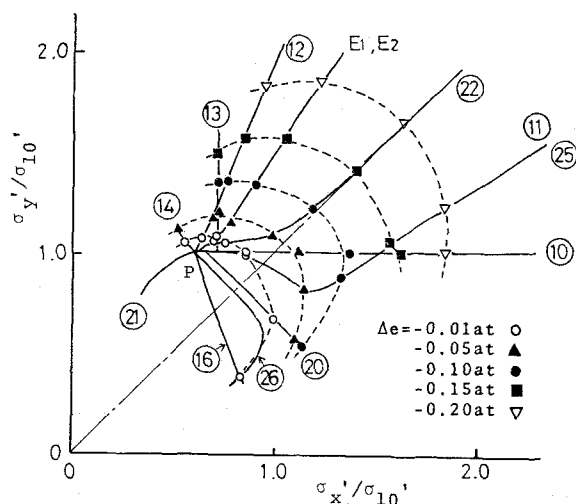


図-4 提案モデルによる開隙比変化 $\Delta \epsilon$ のコンター

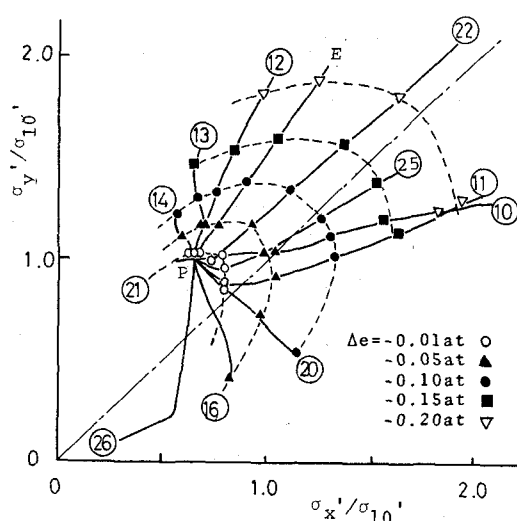


図-5 実測による開隙比変化 $\Delta \epsilon$ のコンター
(Hamby, 1972 による。)